

2014年8月19日

---

# 火力発電所の発電効率国際比較： 2011年時点まで

---

**(公財) 地球環境産業技術研究機構 (RITE)  
システム研究グループ**

問い合わせ先：小田潤一郎、徳重功子、秋元圭吾  
TEL: 0774-75-2304、E-mail: [sysinfo@rite.or.jp](mailto:sysinfo@rite.or.jp)



# 1. 発電効率の算定フレーム（概要）

## 算定方法の概要

- ✓ IEA, “Energy Balances of OECD/Non-OECD Countries 2013”に記載されている投入燃料と発電電力量に基づき発電効率を算定（発電端・LHV）
- ✓ Oda et al., (2012)\*と同様の手法を2011年データまで適用

\*Oda et al., International comparisons of energy efficiency in power, steel, and cement industries, *Energy Policy*, **44**, pp.118-129, 2012.

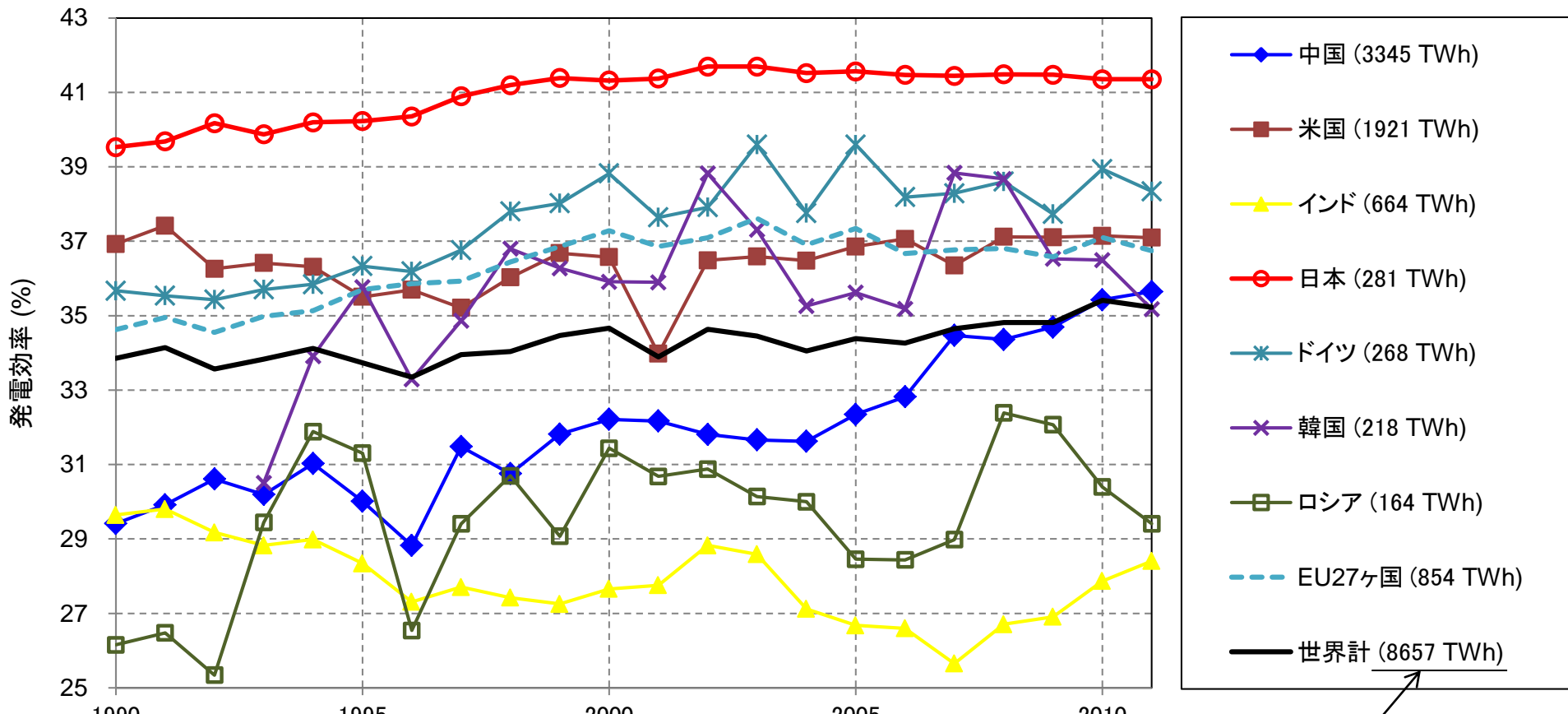
## 評価対象

- ✓ 評価対象は基本的に全ての火力発電所（自家発やCHP含む）

（○ = 評価対象）	電気事業者	自家発
発電専用	○	○
熱電併給システム(CHP)	○	○

注) Ecofysの分析では自家発を除く場合が多いが、本資料では基本的に自家発設備も含むという差異がある

# 2.1 石炭火力の発電効率（発電端・LHV） [図]



2009-2011年平均の石炭火力  
発電電力量(発電端、TWh/y)

- ✓ 日本は、世界的に見ても優れた発電効率を維持（ハード面、ソフト面両方の努力による）
- ✓ ドイツ、EU27ヶ国、米国などが日本に続く
- ✓ 中国は、発電効率のゆるやかな改善が継続
- ✓ インド、ロシアなどは、相対的に劣る発電効率となっている

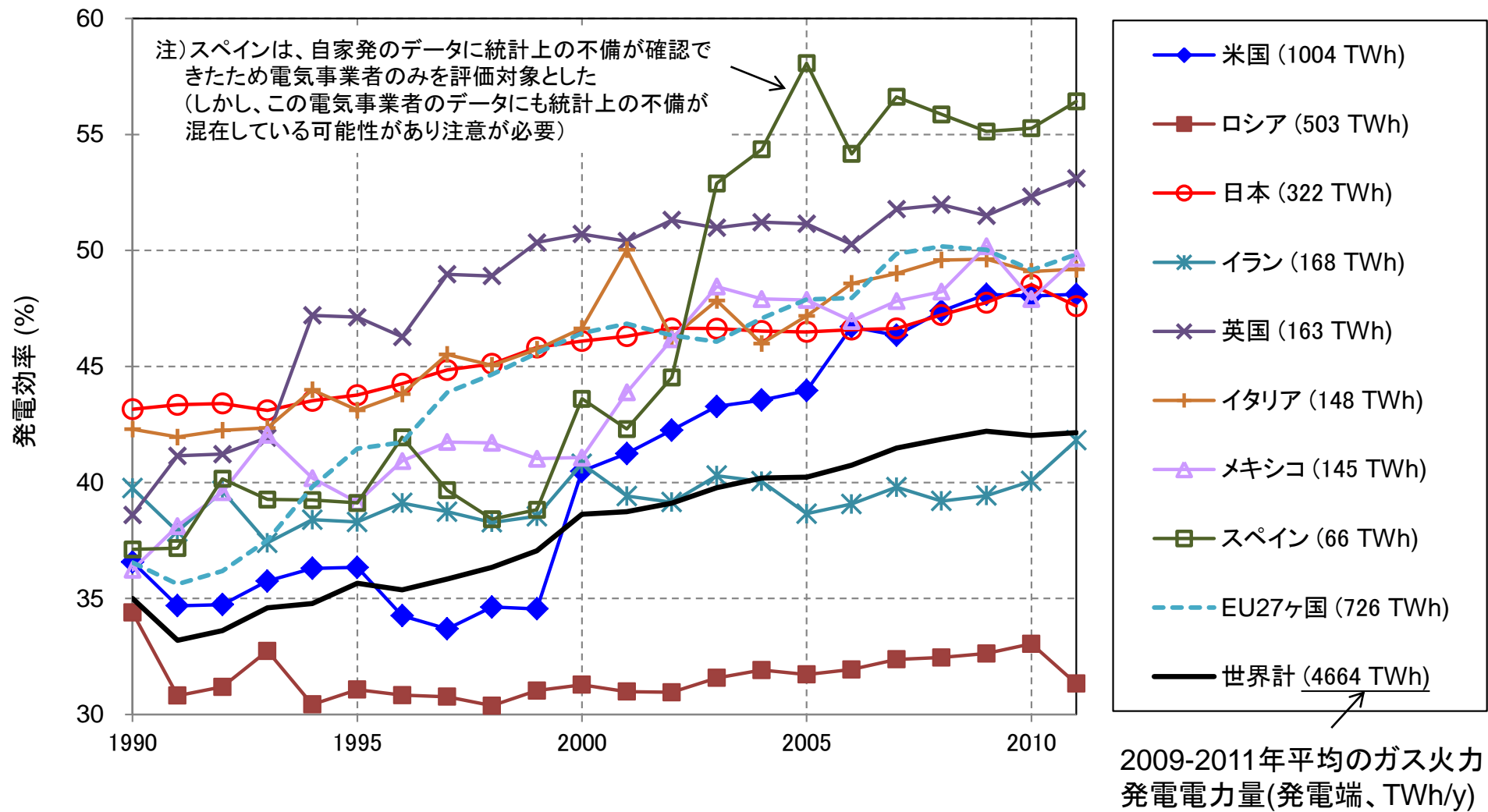
# 2.2 石炭火力の発電効率 [数値]

石炭火力  
発電量  
(発電端)

石炭火力発電効率 (発電端・LHV基準)

2009-2011年 平均(TWh/y)		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
3,345	中国	29.4%	29.9%	30.6%	30.2%	31.0%	30.0%	28.8%	31.5%	30.8%	31.8%	32.2%	32.2%	31.8%	31.7%	31.6%	32.3%	32.8%	34.5%	34.4%	34.7%	35.4%	35.6%
1,921	米国	36.9%	37.4%	36.3%	36.4%	36.3%	35.5%	35.7%	35.2%	36.0%	36.7%	36.6%	34.0%	36.5%	36.6%	36.5%	36.9%	37.1%	36.3%	37.1%	37.1%	37.1%	37.1%
664	インド	29.6%	29.8%	29.2%	28.8%	29.0%	28.3%	27.3%	27.7%	27.4%	27.3%	27.7%	27.8%	28.8%	28.6%	27.1%	26.7%	26.6%	25.7%	26.7%	26.9%	27.9%	28.4%
281	日本	39.5%	39.7%	40.2%	39.9%	40.2%	40.2%	40.4%	40.9%	41.2%	41.4%	41.3%	41.4%	41.7%	41.7%	41.5%	41.6%	41.5%	41.4%	41.5%	41.5%	41.4%	41.4%
268	ドイツ	35.7%	35.5%	35.4%	35.7%	35.8%	36.3%	36.2%	36.8%	37.8%	38.0%	38.8%	37.6%	37.9%	39.6%	37.8%	39.6%	38.2%	38.3%	38.6%	37.7%	38.9%	38.3%
239	南アフリカ	37.1%	37.1%	36.8%	36.3%	36.2%	35.3%	36.2%	35.6%	33.2%	34.9%	34.8%	37.7%	38.5%	37.0%	36.0%	37.1%	38.0%	38.4%	33.2%	34.7%	34.0%	36.0%
218	韓国	注)統計データ不備			30.5%	33.9%	35.8%	33.3%	34.9%	36.8%	36.3%	35.9%	35.9%	38.8%	37.3%	35.3%	35.6%	35.2%	38.8%	38.7%	36.5%	36.5%	35.2%
180	豪州	36.2%	36.1%	36.1%	36.5%	37.2%	36.8%	36.7%	36.7%	35.4%	35.0%	35.6%	35.5%	31.9%	32.6%	33.3%	34.6%	34.6%	34.6%	34.6%	34.4%	34.5%	33.3%
164	ロシア	26.2%	26.5%	25.3%	29.4%	31.9%	31.3%	26.5%	29.4%	30.7%	29.1%	31.4%	30.7%	30.9%	30.1%	30.0%	28.5%	28.4%	29.0%	32.4%	32.1%	30.4%	29.4%
138	ポーランド	30.1%	30.3%	30.6%	31.1%	31.5%	34.0%	34.1%	34.2%	34.8%	35.0%	35.5%	35.4%	35.7%	35.8%	36.4%	36.3%	36.3%	36.2%	36.1%	36.2%	36.3%	36.3%
108	英国	37.2%	37.9%	36.3%	37.8%	38.2%	38.4%	38.5%	37.0%	36.7%	37.1%	37.4%	37.2%	37.5%	37.7%	37.1%	36.8%	36.9%	36.8%	37.0%	36.9%	37.0%	37.0%
854	EU 27ヶ国	34.6%	35.0%	34.6%	35.0%	35.1%	35.7%	35.9%	35.9%	36.4%	36.9%	37.3%	36.9%	37.1%	37.6%	36.9%	37.3%	36.7%	36.8%	36.8%	36.6%	37.1%	36.7%
8,657	世界計	33.9%	34.1%	33.6%	33.8%	34.1%	33.7%	33.3%	34.0%	34.0%	34.5%	34.7%	33.9%	34.6%	34.5%	34.1%	34.4%	34.3%	34.7%	34.8%	34.8%	35.4%	35.2%

# 2.3 ガス火力の発電効率（発電端・LHV） [図]



2009-2011年平均のガス火力  
発電電力量(発電端、TWh/y)

- ✓ 1990年以降コンバインドサイクルを建設したスペイン、英国は、優れた発電効率となっている
- ✓ 1990年以前にガス火力を多く建設した日本は、スペイン、英国に比べコンバインド比率が低い

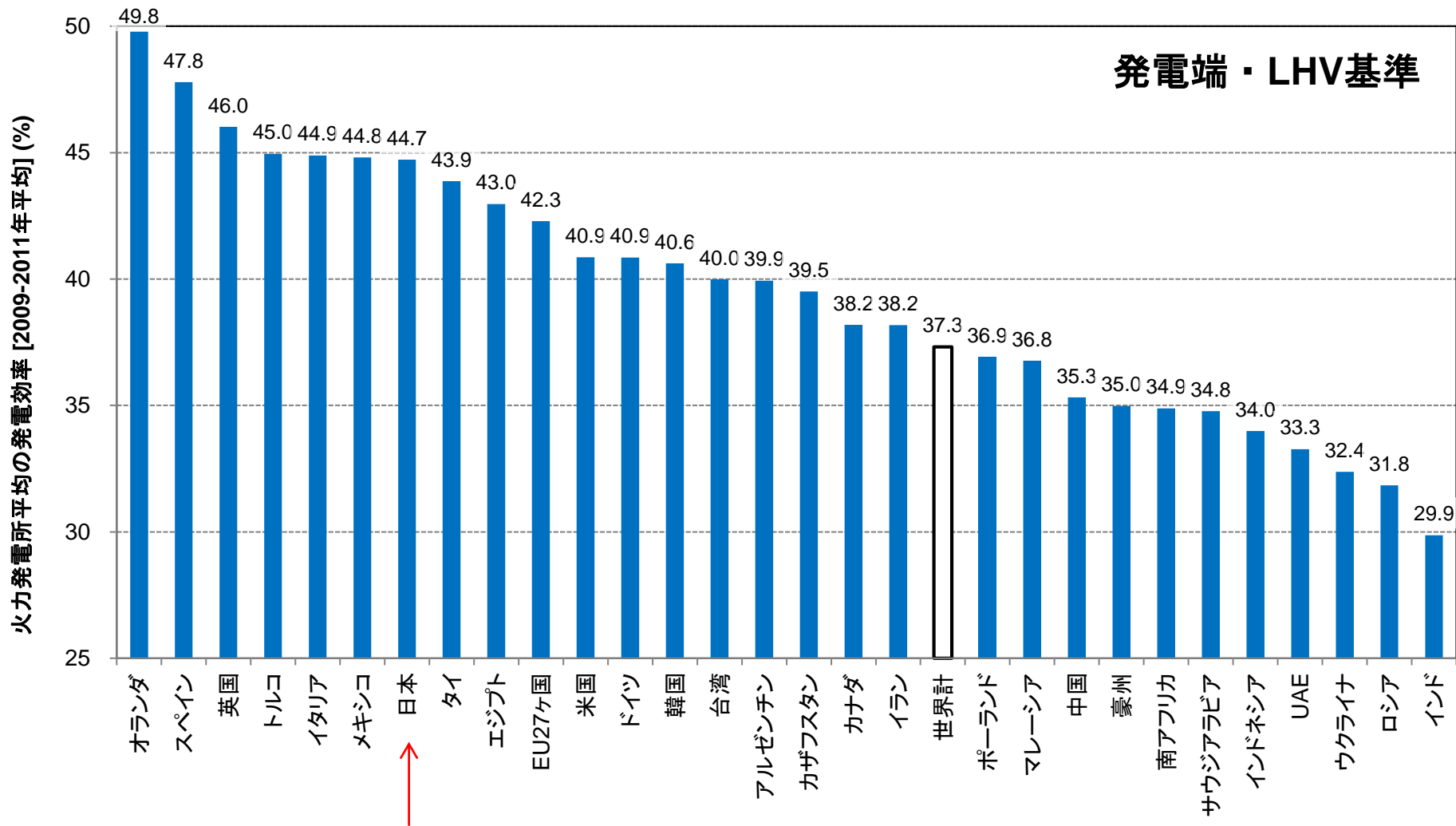
# 2.4 ガス火力の発電効率 [数値]

ガス火力  
発電量  
(発電端)

ガス火力発電効率 (発電端・LHV基準)

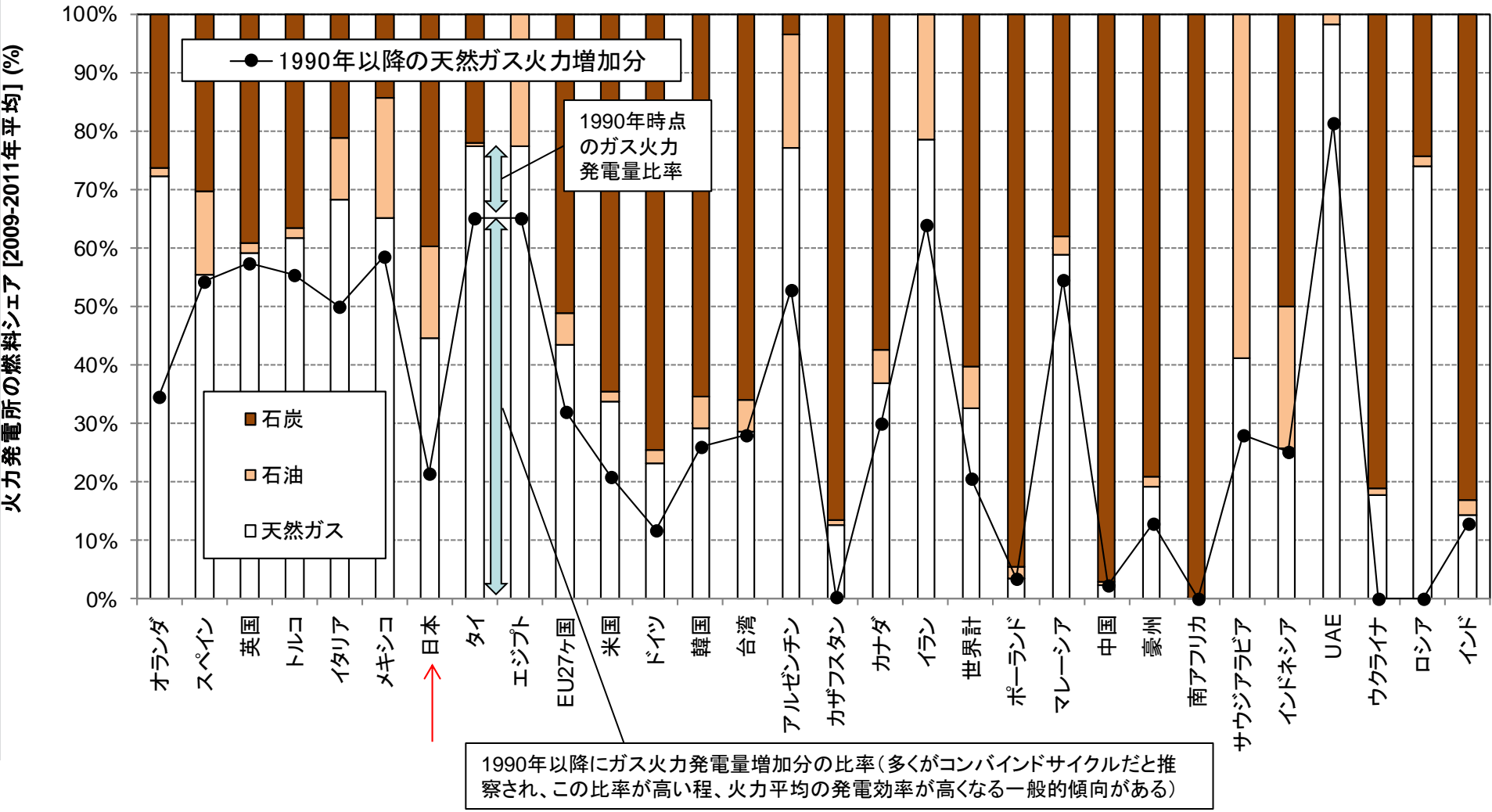
2009-2011年 平均(TWh/年)		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1,004	米国	36.6%	34.7%	34.7%	35.8%	36.3%	36.3%	34.3%	33.7%	34.6%	34.6%	40.5%	41.2%	42.3%	43.3%	43.5%	44.0%	46.7%	46.3%	47.4%	48.1%	48.0%	48.1%
503	ロシア	34.4%	30.8%	31.2%	32.7%	30.4%	31.1%	30.8%	30.8%	30.4%	31.0%	31.3%	31.0%	31.0%	31.6%	31.9%	31.7%	31.9%	32.4%	32.5%	32.6%	33.0%	31.3%
322	日本	43.2%	43.4%	43.4%	43.1%	43.5%	43.8%	44.3%	44.8%	45.1%	45.8%	46.1%	46.3%	46.6%	46.6%	46.5%	46.5%	46.6%	46.6%	47.2%	47.7%	48.5%	47.6%
163	英国	38.6%	41.1%	41.2%	41.9%	47.2%	47.1%	46.3%	49.0%	48.9%	50.3%	50.7%	50.4%	51.3%	51.0%	51.2%	51.2%	50.3%	51.8%	52.0%	51.5%	52.3%	53.1%
168	イラン	39.8%	37.9%	39.6%	37.4%	38.4%	38.3%	39.1%	38.7%	38.3%	38.5%	40.8%	39.4%	39.1%	40.3%	40.0%	38.7%	39.1%	39.8%	39.2%	39.4%	40.1%	41.8%
148	イタリア	42.3%	42.0%	42.3%	42.4%	44.0%	43.1%	43.8%	45.5%	45.1%	45.7%	46.6%	50.0%	46.2%	47.8%	46.0%	47.2%	48.6%	49.0%	49.6%	49.6%	49.1%	49.2%
145	メキシコ	36.2%	38.1%	39.6%	42.1%	40.2%	39.1%	40.9%	41.7%	41.7%	41.0%	41.1%	43.9%	46.2%	48.4%	47.9%	47.9%	47.0%	47.8%	48.2%	50.2%	47.9%	49.7%
111	タイ	40.0%	34.8%	38.0%	41.0%	40.8%	42.9%	42.2%	39.3%	41.1%	41.9%	41.6%	39.9%	40.4%	42.5%	43.2%	43.6%	43.9%	43.7%	45.2%	45.9%	46.1%	48.1%
66	スペイン (電気事業のみ)	37.1%	37.2%	40.2%	39.3%	39.2%	39.1%	41.9%	39.7%	38.4%	38.8%	43.6%	42.3%	44.5%	52.9%	54.4%	58.1%	54.2%	56.6%	55.9%	55.1%	55.3%	56.4%
105	サウジアラビア	24.3%	24.4%	24.4%	25.3%	25.5%	25.4%	25.7%	25.8%	25.9%	26.6%	27.8%	29.0%	29.2%	29.4%	30.2%	30.4%	29.6%	29.7%	29.8%	30.2%	31.6%	31.4%
96	韓国	40.5%	40.6%	40.3%	42.3%	42.3%	42.2%	44.8%	45.2%	49.3%	47.1%	46.7%	45.4%	50.1%	50.9%	50.1%	50.4%	51.1%	50.8%	50.8%	50.8%	51.0%	51.2%
83	ドイツ	36.6%	33.4%	34.4%	36.0%	35.7%	40.0%	38.0%	38.6%	40.8%	40.1%	43.2%	42.2%	39.6%	44.2%	44.1%	44.8%	45.8%	45.4%	46.2%	45.4%	47.2%	48.5%
726	EU 27ヶ国	36.5%	35.6%	36.2%	37.5%	39.8%	41.5%	41.7%	43.9%	44.7%	45.6%	46.4%	46.8%	46.3%	46.1%	47.1%	47.9%	47.9%	49.9%	50.2%	50.0%	49.2%	49.8%
4,664	世界計	35.0%	33.2%	33.6%	34.6%	34.8%	35.7%	35.4%	35.8%	36.3%	37.1%	38.6%	38.7%	39.1%	39.8%	40.2%	40.2%	40.7%	41.5%	41.9%	42.2%	42.0%	42.2%

# 3.1 火力発電平均の発電効率（2009-2011年平均）



✓ 日本は、コンバインドサイクルの比率がそれほど高くない割に（次ページ参照）、火力平均で見て一定程度優れた発電効率となっている

# 3.2 火力発電の構成 (2009-2011年平均)



✓ 日本は、1990年以前に建設したガス火力も多くコンバインドサイクルの比率がそれほど高くない（その割には火力平均で見ても一定程度優れた発電効率となっている）



## 4. まとめ

1. 日本の石炭火力は、世界的に見ても優れた発電効率となっている
2. これは蒸気条件など優れた石炭火力設備を建設保有しているというハード面もあるが、運用補修改善によるソフト面も含めた継続的努力によるものと考えられる
3. 世界的に見れば、劣る発電効率となっている石炭火力が多数あり、これら石炭火力の発電効率向上がCO<sub>2</sub>排出抑制という観点からも求められる
4. ガス火力はコンバインドサイクル\*であるかどうかによって左右される要素が強い
5. 過去15年の間にコンバインドサイクルの新增設が多く、コンバインドサイクルの比率の高くなっているスペイン、英国などは優れた発電効率となっている
6. 日本は1990年以前からガス火力を立地運用しておりコンバインドサイクル比率がそれほど高くはないものの、ガス火力、及び火力平均で見ても、一定の発電効率となっている

\* コンバインドサイクルの発電効率例などについては、p.12を参照のこと。

# 付録1.a 発電効率の算定フレーム（詳細）

## 扱う燃料種

- ✓ 「石炭」には褐炭を含むが、泥炭は除く

## IEA統計の不備が確からしい場合の扱い

- ✓ スペインの自家発はデータ不備が明らかのため評価から外し、スペインは電気事業者のみを対象とする
- ✓ 韓国など、一部の国で1990年台前半に不備が見られるため、そのような時点の結果については図表で提示しない(p.4参照)

# 付録1.b 発電効率の算定フレーム（詳細・続き）

## CHPにて供給される熱の扱い

- ✓ CHPで熱供給を上昇させようとする、電力供給が低下するなど、熱と電力の間でトレードオフがある [供給側の事情]
- ✓ 一般に、熱は(電力と比べ相対的に)需要家に届くまでのロスが大きいなど利用しにくい面がある [需要側も含めた事情]
- ✓ ここでは上記の内、特に[需要側も含めた事情]を考慮し、本分析では熱を0.175倍(\*)し電力へ換算
- ✓ つまり、CHPから供給された熱 1 GJは  $(1000/3.6)*0.175 = 48.611$  kWhの電力供給量と等価として算定

\*換算係数「0.175倍」は、従来からのEcofysでの分析(例えば次の文献)を含め世界的に広く利用されている Graus, W., Voogt., M., Worrell, E., International comparison of energy efficiency of fossil power generation. *Energy Policy*, **35**, pp.3936–3951, 2007.

# 付録2. 発電端・送電端、LVH・HHVの影響

## 本資料での扱い

- ✓ 本資料では、発電端、LHV基準での発電効率を提示

## 参考

- ✓ 一般に、石炭火力はガス火力に比べ所内率が高く、送電端で見ると見かけ上、発電効率%の低下が大きい
- ✓ 一般に、石炭(瀝青炭)はLHV:HHV=0.95:1、ガスはLHV:HHV=0.90:1

石炭火力(最新鋭・微粉炭火力  
・超々臨界圧(USC)・60万kW級の場合)

(設計値)	LHV基準	HHV基準
発電端	44%	42%
送電端	41%	39%

ガス火力(最新鋭・コンバインドサイクル  
ガスタービン・40万kW級の場合)

(設計値)	LHV基準	HHV基準
発電端	58%	52%
送電端	57%	51%

出典) <http://www.env.go.jp/policy/assess//4-6tpg/attach/130426a-3.pdf>

補足) LHV(低位発熱量、真発熱量)は、HHV(高位発熱量、総発熱量)と比較し、潜熱(水分の蒸発に使われる)の分だけ数値が小さい。